

(12) NACH DEM VEREIN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Januar 2002 (17.01.2002)

PCT

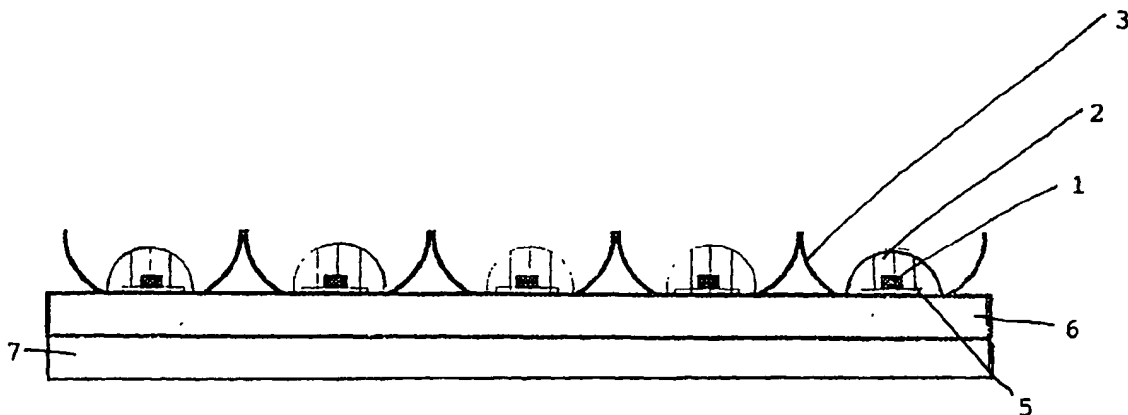
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/05351 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 25/075**, F21V 19/00, G09F 9/33
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT01/00224
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Juli 2001 (06.07.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
A 1204/2000 12. Juli 2000 (12.07.2000) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TRIDONIC OPTOELECTRONICS GMBH** [AT/AT]; Eisenstädterstrasse 20, A-8380 Jennersdorf (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TASCH, Stefan** [AT/AT]; Angerstrasse 33, A-8380 Jennersdorf (AT). **PACHLER, Peter** [AT/AT]; Grazbachgasse 25/3/10, A-8010 Graz (AT). **HOSCHOPF, Hans, Christian** [AT/AT]; Hans-Ponstingl-Gasse 21, A-8380 Jennersdorf (AT).
- (74) Anwälte: **MÜLLNER, Erwin** usw.; Weihburggasse 9, A-1010 Wien (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LED LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung: LED-LICHTQUELLE



(57) Abstract: The invention relates to several LEDs (1) without housings, which are mounted directly onto a printed circuit board (6). Said LEDs (1) are potted using a highly transparent polymer (2) to protect them (1) from mechanical damage. A reflector (3) is placed on the printed circuit board from above around each LED (1). According to the invention, the diameter of the potting compound (2) is at least equal to the internal diameter of the reflectors (3), in such a way that the reflector (3) lies in direct contact with the printed circuit board (6) and the surface of the potting compound (2) is configured as an optically active lens surface. The printed circuit board (6) can consist of a highly thermally conductive material and the reverse of the printed circuit board (6) can be coupled to a heat sink (7), for efficiently transporting the dissipated heat.

(57) Zusammenfassung: Es sind mehrere ungehäute LEDs (1) direkt auf einer Leiterplatte (6) assembliert, und die LEDs (1) sind mittels eines hochtransparenten Polymers (2) vergossen, um die LEDs (1) vor mechanischer Beschädigung zu schützen. Um jede LED (1) ist ein Reflektor (3) von oben auf die Leiterplatte (6) aufgesetzt. Erfindungsgemäss ist der Durchmesser der Vergussmasse (2) höchstens gleich dem Innendurchmesser des Reflektors (3), sodass der Reflektor (3) direkt auf der Leiterplatte (6) aufliegt, und die Oberfläche der Vergussmasse (2) ist als optisch aktive Linsenfläche ausgebildet. Die Leiterplatte (6) kann aus thermisch gut leitfähigem Material bestehen und die Rückseite der Leiterplatte (6) an einen Kühlkörper (7) angekoppelt sein, damit die Verlustwärme gut abgeführt wird.

WO 02/05351 A1



SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

- 1 -

## "LED-Lichtquelle"

## TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft eine LED-Lichtquelle, bei der mehrere ungehäute LEDs direkt auf einer Leiterplatte assembliert sind, die LEDs mittels eines hochtransparenten Polymers vergossen sind, um die LEDs vor mechanischer Beschädigung zu schützen, und bei der um jede LED ein Reflektor, der parabolisch ausgeformt ist, von oben auf die Leiterplatte aufgesetzt ist.

10

## STAND DER TECHNIK

Durch Verarbeitung von LEDs in Chip-On-Board Technologie (COBT) können effiziente, lichtstarke und kleinflächige Leuchteinheiten hergestellt werden. Aufgrund der hohen erreichbaren Lichtstromwerte sind diese nicht nur als Signal- und Hinterbeleuchtungen interessant, sondern können direkt als Leuchtmittel eingesetzt werden.

LED-Arrays in COBT-Technologie, bei denen die LEDs ohne Abbildungsoptik direkt auf der Leiterplatte assembliert sind, besitzen einen breiten Abstrahlwinkel, der durch die Abstrahlcharakteristik des LED-Dies bestimmt ist. Durch Aufbringen einer polymeren Schicht, die zum Schutz vor mechanischen Beschädigung des LED-Arrays aufgebracht wird, wird diese nach Maßgabe der Form der Schutzschicht beeinflusst.

LED-Dice im Allgemeinen und solche mit einem transparenten Substrat im Speziellen (wie GaN auf Saphir) weisen eine beträchtliche Emission durch die Seitenfläche des LED-Dice auf. Ohne Abbildungsoptik geht dieser Anteil des emittierten Lichtes verloren, speziell wie dies bei paralleler Einkapselung der Fall ist. Daher ist es auch bei Anwendungen, wo eine

breite Emissionsverteilung gefordert ist, von Vorteil, eine Abbildungsoptik einzusetzen.

Ein wesentlicher Aspekt einer Abbildungsoptik ist daher, dass das Licht, welches von den Seitenflächen, die senkrecht zur Leiterplatte angeordnet sind, emittiert wird, durch die  
5 Abbildungsoptik in den Halbraum vor der Leiterplatte abgebildet wird. Hierzu können Spiegel eingesetzt werden.

Eine LED-Lichtquelle der eingangs genannten Art ist aus der US-4603496-A bekannt. Sie hat eine Abbildungsoptik, die diesen Aspekt erfüllt. Es wird bei der Herstellung jeder LED-Die  
10 zunächst mit einer Schutzschicht vergossen. Der Durchmesser der Schutzschicht ist etwas größer als der Innendurchmesser des Reflektors, der dann aufgesetzt wird. Der Reflektor liegt daher nicht auf der Platine, sondern auf der Schutzschicht  
15 auf. Danach wird auch der Reflektor ausgegossen und in diese Vergussmasse eine etwa kugelförmige Linse hineingedrückt. Schutzschicht, Vergussmasse und Linse sollen einen möglichst ähnlichen Brechungsindex haben (s. Spalte 3, Z 13-16). Somit ist nur die Oberseite der Linse optisch aktiv.

20 Nachteilig bei dieser Ausführung ist, dass der Reflektor auf die Schutzschicht aufgesetzt wird. Wenn diese nicht präzise ausgeführt ist, wirkt sich dies auf die Position des Reflektors aus, sodass die Abbildungsgeometrie verändert wird.

25

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diesen Nachteil zu beseitigen.

30 Diese Aufgabe wird durch eine LED-Lichtquelle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Durchmesser der Vergussmasse höchstens gleich dem Innendurchmesser des Reflektors ist, sodass der Reflektor direkt auf der Leiterplatte aufliegt, und dass die Oberfläche der Vergussmasse  
35 an Luft grenzt, wobei die Grenzfläche konvex ist.

Die Reflektoren sitzen gemäß der vorliegenden Erfindung direkt auf der Platine auf und sind daher in vertikaler Richtung immer exakt positioniert. Die Vergussmasse grenzt an Luft, sodass die Oberfläche eine brechende Fläche ist. Um  
5 Verluste durch Reflexion gering zu halten, sollte sie konvex sein.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Vergussmasse ist die Reduktion der internen Reflexionsverluste innerhalb der LED am Übergang LED-Halbleitermaterial/Vergussmasse/Luft im Vergleich zu einem direkten Übergang LED-Halbleitermaterial/Luft. Dies ist auf Grund der Tatsache möglich, dass die Brechzahl von der Vergussmasse (typisch.  $n=1,3-2,0$ ) nahe an jener des Halbleitermaterials (typisch  $2 < n < 4$ ) liegt.  
10

Es ist anzustreben, wenn die Leiterplatte aus thermisch gut leitfähigen Material besteht und wenn die Rückseite der Leiterplatte an einen Kühlkörper angekoppelt ist. Dies ist an sich aus der US-5936353-A bekannt. Dadurch kann die Dichte der LED-Dies und der Strom durch diese relativ hoch gewählt werden.  
15

Damit keine Kurzschlüsse auftreten können, ist es zweckmäßig, wenn der Reflektor aus einem hochreflektierenden, metallischen Material besteht, das auf der Unterseite isoliert ist, oder wenn der Reflektor aus einem Kunststoff, dessen Innenseite verspiegelt ist, besteht.  
20

Die Anordnung der optischen Komponenten kann entweder in unmittelbarer Umgebung der LED-Dice erfolgen (Einzeloptik), bzw. als eine gemeinsame Optik um mehrere LEDs ausgeführt sein (Gesamtoptik). Vom Standpunkt der Abbildungseffektivität sind beide Ansätze vergleichbar. Sogar die Form ist für die unterschiedlich dimensionierten Optiken identisch. Voraussetzung hierfür ist, dass die geometrischen Verhältnisse zwischen der Ausdehnung der Lichtquelle und der Abbildungsoptik vergleichbar sind. In beiden Fällen ist zu beachten, dass direkt über der LED eine geeignet geformte Vergussmasse aufzubringen ist.  
30  
35

Einen entscheidenden Unterschied stellt allerdings die Baugröße dar. Während bei der Einzeloptik die Baugröße im Vergleich zum LED-Array ohne Abbildungsoptik nur unwesentlich erhöht wird, ist bei der Gesamtoptik als Faustregel zu berücksichtigen, dass der minimale innere Durchmesser der Gesamtoptik zumindest doppelt so groß wie der maximale Abstand der LED-Dice auf der Platine sein muss, um Abbildungsverluste zu minimieren.

Bei besonders zweckmäßigen Ausführungen sind die LEDs face down montiert und ist jeweils ein Die in jedem Reflektor angeordnet ist, oder aber es sind die LEDs face up montiert und bis zu 4 Dice in jedem Reflektor angeordnet.

Zum leichteren Zusammenbau ist es günstig, wenn eine Reflektorplatte vorgesehen ist, die eine Vielzahl an parabolisch ausgeformten Reflektoren aufweist. Damit braucht nicht jeder Reflektor einzeln exakt positioniert werden.

Wenn zusätzlich Linsen vorgesehen werden sollen, so ist es zweckmäßig, wenn Fresnellinsen oder Gauß'sche Linsen in Form einer Linsenplatte zentrisch über jedem Reflektor positioniert und seitlich verklebt sind. Somit können auch die Linsen einfach montiert werden.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Kühlkörper einerseits zur Übertragung der Wärme auf ein Gehäuse oder eine Lichtquellenhalterung auf diese thermisch angekoppelt ist und für die elektrische Kontaktierung als Gewinde zum Einschrauben in eine Fassung analog zur Glühlampe ausgebildet ist. Damit kann die LED-Lichtquelle unmittelbar als Ersatz für eine Glühlampe eingesetzt werden. Die Kühlung erfolgt über das Gewinde.

Weiters ist es möglich, dass die LED-Lichtquelle als Ampelmodul ausgebildet ist, wobei die LED-Platine thermisch an das Ampelgehäuse gekoppelt ist und vor der LED-Lichtquelle eine Linsenplatte angeordnet ist. Hier übernimmt also das Ampelgehäuse die Kühlfunktion.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

- 5 Fig. 1 einen Schnitt durch die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und Fig. 2 einen Schnitt durch eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

## 10 BESTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

Gemäß Fig. 1 sind LED-Dice 1 auf einer Leiterbahn 5 angebracht. Jeder LED-Die 1 ist in eine Vergussmasse 2 eingegossen, die stark konvex (z.B. halbkugelförmig) gekrümmt ist. Um  
15 jeden LED-Die 1 bzw. jede Vergussmasse 2 ist ein Reflektor 3 angeordnet, der direkt auf dem Platinengrundkörper 6 aufsitzt und somit exakt positioniert ist. Unterhalb der Leiterbahn 5, die aus thermisch gut leitendem Material besteht, befindet sich der Platinengrundkörper 6 und darunter der Kühlkörper 7.

20 Die Anbringung der Reflektoren 3 kann entweder einzeln oder in konfektionierten Matrizen erfolgen.

Zur Anbringung der Reflektoren 3 wird folgende Vorgangsweise vorgeschlagen:

Nachdem die LED-Dice 1 auf der Leiterplatte 5 mittels Die-  
25 und Wire Bonding bzw. mittels Flip-Chip Technologie aufgebracht wurden, wird über jeden Die 1 mit einer Bestückungsanlage ein Reflektor 3 aufgesetzt. Die Unterseite des Reflektors 3 muss nichtleitend sein, da sonst ein Kurzschluss zwischen den Leiterbahnen, über welche der Reflektor aufgesetzt  
30 wird, entsteht. Die Innenseite des Reflektors soll hochreflektierend sein. Beispielsweise kann ein auf der Innenseite verspiegelter Kunststoff eingesetzt werden. In einer bevorzugten Variante wird anstatt vieler Einzeloptiken ein Optikarray, das aus Einzelelementen besteht, welches exakt über  
35 den LED-Dice 1 positioniert wird, verwendet.

Die erfindungsgemäße LED-Lichtquelle hat hohe Lichtstärke, definierte Abstrahlcharakteristik und geringe Bauhöhe

Als Kühlkörper, der bei hochbelasteten LED zu verwenden ist, wird bevorzugt zumindest ein Teil des Gehäuses, in dem  
5 das LED-Array befestigt wird, verwendet. Zu diesem Zweck ist dieses zumindest teilweise metallisch ausgeführt. In der Art kann auch das Gehäuse des Reflektors als Kühlkörper verwendet werden.

Bestimmte Farben (z.B. weiß) lassen sich nicht durch eine  
10 einzige LED erzeugen, aufgrund der Tatsache, dass LEDs grundsätzlich nur ein schmalbandiges Emissionsspektrum aufweisen. Möglichkeiten, um weißes Licht zu realisieren, sind z.B. in der US-5851905-A, in der WO-00/02262-A und in der US-5836676-A beschrieben.

15 Speziell die Erzeugung von weißer Emission ist für die Beleuchtungstechnik von großer Bedeutung. Neben der weißen Emissionsfarbe ist auch die Farbwiedergabe von großer Bedeutung. Da bisher keine intrinsisch weiß emittierenden LEDs erzeugt werden können, muss diese Farbe durch eine spezielle  
20 Anordnung bzw. durch einen speziellen Aufbau, wie folgt beschrieben, erzeugt werden:

1) Farbkonversion: durch Anordnung zumindest eines Lumiphors direkt über dem LED-Dice, der die Emission des Dice absorbiert und nachfolgend Photolumineszenzlicht in einer anderen Emissionsfarbe emittiert. Im Hinblick auf eine optimale  
25 Farbwiedergabe werden bevorzugt mehrere Luminophore eingesetzt, die in einem verschiedenen sichtbaren Spektralbereich von grün bis rot emittieren. Laut Stand der Technik wird der Luminophor schichtförmig über dem LED-Array angeordnet bzw.  
30 in die Linse eingemischt. Dieser Ansatz weist den Nachteil auf, dass die Emissionsfarbe nicht konstant über den Abstrahlwinkel ist, da der Weg durch die Farbkonversionsschicht sich mit dem Abstrahlwinkel verändert. Um eine relativ konstante Emissionsfarbe zu erhalten, muss daher der Weg des  
35 emittierten Lichtes durch das Farbkonversionsmedium konstant gehalten werden. Dies kann weder durch ein schichtförmiges



Medium noch - in der Regel - durch die Form der Linse erreicht werden, sondern muss durch eine kugel- bzw. ellipsen-ähnliche Form realisiert werden.

2) Die Erzeugung weißer Emission kann durch eine Mischung  
5 der Emissionsfarben von geeigneten verschiedenfärbigen LEDs  
erfolgen. Speziell für LED, verarbeitet in COBT (Chip-On-  
Board-Technik), ist dieser Ansatz attraktiv, da die örtlichen  
Abstände zwischen den LED-Dice sehr gering gewählt werden  
können. Im Hinblick auf eine gute Farbwiedergabe muss die  
10 Farbmischung mittels rot, grün und blau emittierender LED-  
Dice erzeugt werden (Dreibandenweiß). Diese werden in einem  
speziellen Verhältnis auf einer Platine angeordnet, und die  
zu erzeugende Emissionsfarbe wird durch definierte Einstel-  
lung der Betriebsbedingungen für die jeweilige Die-Sorte ein-  
15 gestellt.

#### Elektrische Beschaltung:

Die LEDs jeweils gleicher Emissionsfarbe eines Arrays wer-  
den in kombinierter Parallel- und Serienschaltung elektrisch  
verbunden und mit einer Ansteuerungselektronik gemeinsam be-  
20 trieben. Derart kann die Betriebsspannung des LED-Arrays an  
die zur Verfügung stehende Spannung angepasst werden. In ei-  
ner derartigen Anordnung können einerseits optimale Leis-  
tungswirkungsgrade erreicht werden, da an der Elektronik nur  
geringe Spannungen abfallen. Weiters wird hierdurch die Wär-  
25 melastung der Anordnung minimiert. Um diese unabhängig von  
der Temperaturabhängigkeit der Betriebsspannung der LEDs  
betreiben zu können und somit möglichst konstante Helligkei-  
ten über den Betriebsstrom zu erhalten, werden diese bevor-  
zugt mit Stromvorgabe betrieben. Weiters sind diese mit einem  
30 Verpolungsschutz versehen. Um eine optimale Anpassung an die  
zur Verfügung stehende Betriebsspannung zu gewährleisten und  
somit eine optimale Energieausnutzung zu erreichen, wird be-  
vorzugt ein getakteter oder linearer Stromregler für den Be-  
trieb der LEDs vorgesehen.

- 9 -

Es ist zweckmäßig, wenn die Ansteuerungselektronik auf einer gesonderten Platine angeordnet und elektrisch mit der LED-Platine verbunden ist.

## PATENTANSPRÜCHE:

1. LED-Lichtquelle, bei der mehrere ungehäute LEDs direkt auf einer Leiterplatte assembliert sind, die LEDs mittels eines hochtransparenten Polymers vergossen sind, um die LEDs vor mechanischer Beschädigung zu schützen, und bei der um jede LED ein Reflektor, der parabolisch oder trichterförmig ausgeformt ist, von oben auf die Leiterplatte aufgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Vergussmasse höchstens gleich dem Innendurchmesser des Reflektors ist, sodass der Reflektor direkt auf der Leiterplatte aufliegt, und dass die Oberfläche der Vergussmasse als optisch aktive Linsenfläche ausgebildet ist.
2. LED-Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte aus thermisch gut leitfähigen Material besteht und dass die Rückseite der Leiterplatte an einen Kühlkörper angekoppelt ist.
3. LED-Lichtquelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor aus einem hochreflektierenden, metallischen Material besteht, das auf der Unterseite isoliert ist.
4. LED-Lichtquelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor aus einem Kunststoff, dessen Innenseite verspiegelt ist, besteht.
5. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die LEDs face down montiert sind und jeweils ein Die in jedem Reflektor angeordnet ist.
6. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die LEDs face up montiert sind und bis zu 4 Dice in jedem Reflektor angeordnet sind.
7. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reflektorplatte vorgesehen ist, die eine Vielzahl an parabolisch ausgeformten Reflektoren aufweist.

8. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Fresnellinsen in Form einer Linseplatte zentrisch über jedem Reflektor positioniert und seitlich verklebt sind.
- 5 9. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Gauß'sche Linsen in Form einer Linseplatte zentrisch über jedem Reflektor positioniert und seitlich verklebt sind.
- 10 10. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkörper einerseits zur Übertragung der Wärme auf ein Gehäuse oder eine Lichtquellenhalterung auf diese thermisch angekoppelt ist und für die elektrische Kontaktierung als Gewinde zum Einschrauben in eine Fassung analog zur Glühlampe ausgebildet ist.
- 15 11. LED-Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, dass diese thermisch an ein Gehäuse angekoppelt ist, welches zumindest zum Teil die Kühlfunktion erfüllt.

1/1

